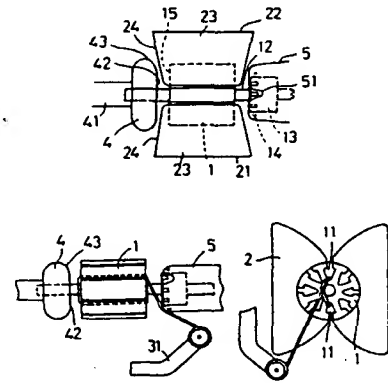


**(54) ARMATURE WINDER**

(11) 2-74141 (A) (43) 14.3.1990 (19) JP  
 (21) Appl. No. 63-225785 (22) 9.9.1988  
 (71) NIPPON DENSO CO LTD (72) KEISUKE KONO(2)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. H02K15/09

**PURPOSE:** To reduce the size of product by forming a regulation face and a slip continuously onto a second former.

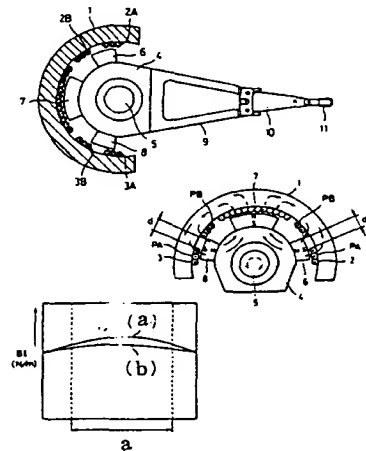
**CONSTITUTION:** A flyer 31 is rotated in order to wind a coil between slots 11, then the flyer is stopped and a cap 5 is rotated thus exposing the click section 14 for connecting the coil through the notch 5 of the cap 5. Then the flyer 31 is rotated again and the coil is hooked to the click section 14, thereafter the flyer 31 is stopped and the cap 5 is rotated to cover the click section 14 while simultaneously a first former 2 is loosened and an armature 1 is rotated thus exposing another slot 11 for winding next coil. At the coil end section of the armature 1, the winding height of coil is limited by means of a regulation face 42 of a second former 4, then the coil is guided by a slip face 43 and the guide face 24 of the second former 2 and wound. By such arrangement, the coil end section is made flat and the coil is wound smoothly by means of the slip face 43.

**(54) SWING MOTOR FOR HEAD ACCESS**

(11) 2-74143 (A) (43) 14.3.1990 (19) JP  
 (21) Appl. No. 63-224705 (22) 9.9.1988  
 (71) FUJITSU LTD (72) HIROSHI MAETA(4)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. H02K33/16, G11B21/02

**PURPOSE:** To improve access speed and accuracy of motor by performing connection such that current flows in same direction through the parallel sections located in the center of all coils.

**CONSTITUTION:** Outside coils 2A, 3A located in the central section are contacted tightly while inside coils 2B, 3B arranged at the inside of the outside coils 2A, 3A are contacted tightly to the central side so that a gap (d) is provided between the parallel section PA of the outside coil 2A, 3A at the end side of a yoke and the parallel section PB of the inside coil 2B, 3B. Only one magnet 7 faces with the flat coil in the central section and magnets 6, 8 at the opposite sides thereof are fixed to a rotor 4 while facing with the gap (d). Curves (a), (b) represent distribution of force constant  $B\ell$  respectively for 0 gap and (d) gap. When the gap (d) is provided the force constant  $B\ell$  drops by several % compared with 0 gap, but flat distribution of force constant  $B\ell$  is achieved and thereby uniform torque can be produced over the entire rolling range of a rolling motor and the torque is also improved.



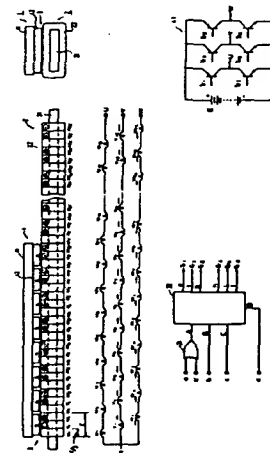
a: rolling range

**(54) LINEAR MOTOR**

(11) 2-74144 (A) (43) 14.3.1990 (19) JP  
 (21) Appl. No. 63-225357 (22) 8.9.1988  
 (71) NTN CORP (72) TADAO YONEDA(1)  
 (51) Int. Cl<sup>5</sup>. H02K41/03

**PURPOSE:** To reduce cogging or pitching by winding three-phase coils respectively around a core in a magnetically smooth manner.

**CONSTITUTION:** The position of a movable section 1 is detected through position detectors a, a', b, c while power transistors  $Tr_1$ ,  $Tr_2$  in a drive circuit 41 are conducted through a logic circuit 32 to supply current through a coil 22 so as to produce effective thrust for moving the movable section 1. When a moving direction signal (d) to be fed to the logic circuit 32 is set at L level, output from the logic circuit 32 changes to (g) and (h) if the outputs from the position detectors a, a', b, c are H, L, H, L and the terminal W has + polarity while the terminal U has - polarity and thereby inverted current flows through the coil 22 to produce leftward thrust from the movable section 1. Since the coil 22 is wound, in magnetically flat manner, around the core 21 at stator section 2, cogging or pitching is reduced and since U, V, W phase coils are connected in series the logic circuit 32 or the drive circuit 41 can be simplified.



## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-74144

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)3月14日

H 02 K 41/03

A

7740-5H

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全13頁)

⑭ 発明の名称 リニアモータ

⑯ 特 願 昭63-225357

⑰ 出 願 昭63(1988)9月8日

⑱ 発 明 者 米 田 忠 男 静岡県磐田郡福田町大原2076-13

⑲ 発 明 者 藤 田 康 之 静岡県磐田市鎌田200

⑳ 出 願 人 エヌティエヌ株式会社 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

㉑ 代 理 人 弁理士 深見 久郎 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

リニアモータ

## 2. 特許請求の範囲

(1) 永久磁石が設けられた可動部と、

断面矩形のコアを含み、該コアの外周に導体を巻回して励磁コイルが形成された固定部と、

前記固定部に設けられ、前記可動部の位置を検出するための位置検出部とを備え、

前記励磁コイルは3相であって各相のコイルが各極ごとに前記コアの外周に巻回されていて、各相のコイルは各相ごとにすべて電氣的に直列接続され、直列接続された各相のコイルの一端は短絡され、他端には駆動信号が入力されることを特徴とする、リニアモータ。

(2) 永久磁石が設けられた可動部と、

断面矩形のコアを含み、該コアの外周に導体を巻回して励磁コイルが形成された固定部と、

前記固定部に設けられ、前記可動部の位置を検出するための位置検出部とを備え、

前記励磁コイルは3相であって各相のコイルが各極ごとに前記コアの外周に巻回されていて、各相のすべてのコイルの一端は短絡され、それぞれの他端には駆動信号が入力されることを特徴とする、リニアモータ。

(3) 永久磁石が設けられた可動部と、

断面矩形のコアを含み、該コアの外周に導体を巻回して励磁コイルが形成された固定部と、

前記固定部に設けられ、前記可動部の位置を検出するための位置検出部とを備え、

前記励磁コイルは3相であって各相のコイルが各極ごとに前記コアの外周に巻回されていて、各相の同相のコイルのうち隣接するコイルが複数電氣的に直列接続され、その一端は短絡され、他端には駆動信号が入力されることを特徴とする、リニアモータ。

(4) 永久磁石が設けられた可動部と、

断面矩形のコアを含み、該コアの外周に導体を巻回して励磁コイルが形成された固定部と、

前記固定部に設けられ、前記可動部の位置を検

出するための位置検出部とを備え、

前記励磁コイルは3相であって各相のコイルが各極ごとに前記コアの外周に巻回されていて、各相のコイルは各相ごとに電気的に直列接続され、その両端および複数のコイルごとの接続点には駆動信号が入力されることを特徴とする、リニアモータ。

(5) 前記可動部は、前記固定部の両側面に配置されることを特徴とする、請求項1項ないし4項のいずれかに記載のリニアモータ。

(6) 前記位置検出部は直線スケールが用いられることを特徴とする、請求項1項ないし4項のいずれかに記載のリニアモータ。

### 3. 発明の詳細な説明

#### [産業上の利用分野]

この発明はリニアモータに関し、特に、精密位置決めテーブルなどを直接駆動するようなMM(可動マグネット)型のリニアモータに関する。  
[従来の技術]

第9A図は従来のリニアモータの可動部と固定

部の正面要部構造を示す図であり、第9B図は同じく側面を示す図であり、第9C図は固定部におけるコイルの結線図であり、第9D図は駆動回路の一例を示す電気回路図であり、第9E図は駆動回路に制御信号を出力するための論理回路のブロック図である。

まず、第9A図ないし第9E図を参照して従来の3相駆動方式のMM型ブラシレスDCリニアモータについて説明する。第9A図において、リニアモータは可動部1と固定部2とから構成されている。可動部1はヨーク11と永久磁石12とによって構成され、図示しないガイドによって、第9A図において左右方向に自在に移動可能になっている。固定部2は電磁鋼板の薄板を打抜いて形成されたものを重ね合わせて作成したコア21と、コア21に形成されたスロット23に巻回されたコイル22とによって構成されている。このコイル22はU相、V相、W相の3相が順番に配置されている。第9A図に示した例では、U相とV相とに通電されており、電流の方向が第9A図に示

したとおりであれば、可動部1は左方向に推力を発生して進むことになる。

このように構成された従来のリニアモータにおいては、固定部2のコア21の永久磁石12と対向する面には、空気の部分のスロット23と鉄の部分の歯24が交互に形成されているため、永久磁石12とコア21の対向面における磁気抵抗が永久磁石12とコア21の相互位置により変化する。これは可動部1の移動中においてはコッキングとなって現われる。

また、永久磁石12とコア21はエアギャップ3を介して対向しているため、常時これらの間には、吸引力が作用している。この吸引力の大きさもコア21にスロット23が形成されていることによって、永久磁石12とコア21の相互位置によって変化するために、可動部1の移動中においてはビッチングとなって現われる。

固定部2のコイル22は第9C図に示すように接続されている。すなわち、U相の各極のコイル $u_1, u_2 \dots u_l \dots u_n$ のそれぞれの一端は中性

点Nで短絡され、それぞれの他端 $U_1, U_2 \dots U_l \dots U_n$ には第9D図に示す駆動回路40のトランジスタ $T_{r1}, T_{r2} \dots$ のそれぞれの共通接続されたコレクタから駆動信号が与えられる。同様に、V相のコイル $v_1, v_2 \dots v_l \dots v_n$ のそれぞれの一端は中性点Nで短絡され、それぞれの他端 $V_1, V_2 \dots V_l \dots V_n$ には、第9D図に示した駆動回路40から駆動信号が与えられる。さらに、W相のコイル $w_1, w_2 \dots w_l \dots w_n$ のそれぞれの一端は中性点Nで短絡され、それぞれの他端 $W_1, W_2 \dots W_l \dots W_n$ には駆動回路40から駆動信号が与えられる。なお、駆動回路40のトランジスタ $T_{r1}, T_{r2} \dots$ を導通させるための信号は第9E図に示す論理回路30から出力される。論理回路30には、第9A図に示した位置検出器 $a_1, b_1, c_1 \dots$ から位置検出信号が与えられる。

[発明が解決しようとする課題]

上述のごとく構成された従来のリニアモータは、各コイル $u_1 \dots w_n$ のそれぞれに駆動回路40の

各トランジスタ $Tr_1, Tr_2, \dots$ から駆動信号を与える必要があるため、構成が複雑になるとともに、各コイル $u, \dots, w$ と駆動回路40および位置検出器 $a, \dots, c$ と論理回路30のそれぞれを接続するためのリード線の数も非常に多くなってしまふという欠点があった。

それゆえに、この発明の主たる目的は、論理回路や駆動回路を簡略化でき、さらに論理回路と駆動回路と各コイルを接続するリード線の数を減少できるようリニアモータを提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

第1請求項ないし第4請求項に係る発明は、永久磁石が設けられた可動部と、断面矩形のコアを含み、コアの外周に導体を巻回して励磁コイルが形成された固定部と、固定部に設けられ、可動部の位置を検出するための位置検出部とを備え、励磁コイルは3相であって各相のコイルが各極ごとにコアの外周に巻回されたリニアモータである。

第1請求項に係る発明では、各相のコイルは各相ごとにすべて電気的に直列接続され、直列接続

された各相のコイルの一端は短絡され、他端には駆動信号が入力されるように構成される。

第2請求項に係る発明は、各相のすべてのコイルの一端は短絡され、他端には制御信号が入力されるように構成される。

第3請求項に係る発明は、各相の同相コイルのうち隣接するコイルが複数電気的に直列接続され、その一端が短絡され、その他端に駆動信号が入力されるように構成される。

第4請求項に係る発明は、各相のコイルは各相ごとに電気的に直列接続され、その両端および複数のコイルごとの接続点には駆動信号が入力されるように構成される。

第5請求項に係る発明は、固定部の両側面に可動部が配置されて構成される。

第6請求項に係る発明では位置検出部として、直線スケールが用いられる。

〔作用〕

第1請求項ないし第4請求項に係る発明は、3相のコイルが各極ごとにコアの外周に巻回される

ため、固定部を磁気的に平滑にでき、コキングやピッチングを少なくできる。さらに、制御回路および駆動回路を簡略化でき、各コイルと駆動回路とを接続するためのリード線の数を少なくできる。なお、第2請求項に係る発明は推力の発生に寄与するコイルのみに通電するようにしているため、効率を改善できる。

〔発明の実施例〕

第1A図はこの発明の一実施例の可動部と固定部の要部構造を示す正面図であり、第1B図は側面図である。第1C図は固定部のコイルの結線図であり、第1D図は論理回路のブロック図であり、第1E図は駆動回路の電気回路図である。第2図はこの発明の一実施例における位置検出部の配置例を示す図である。

まず、第1A図ないし第1E図および第2図を参照して、この発明の一実施例の構成について説明する。第1A図において、この実施例のリニアモータは、従来例と同様にして、可動部1と固定部2とから構成され、可動部1はヨーク11と永

久磁石12とから構成される。そして、可動部1は固定部2と一定のエアギャップ3を介して図示しないガイドにより、第1A図において左右方向に自在に動くように配置されている。また、可動部1には図示しないテーブルが取付けられている。一方、固定部2はコア21とコイル22とによって構成され、図示しない取付台に固定されることにより、一軸のスライドテーブルとなっている。

より具体的に説明すると、可動部1のヨーク11は永久磁石12の磁気回路となるように磁性材料で構成され、永久磁石12の磁束で飽和しないような断面積を必要とする。このヨーク11には、永久磁石12が所定の個数だけ等間隔に配置されている。第1A図に示した例では、8個の永久磁石12が配置された8極方式でありかつそれぞれの極性はN極、S極が交互に出るようになっている。固定部2のコア21はその断面が第1B図に示すように四角形状となるように形成されている。このコア21は、磁性材料を角形に形成する方法や、薄板を短冊状に打抜いたものを重ね合わせて、

所定の寸法にする方法やあるいは角材を複数本重ねて構成する方法のいずれであってもよい。

コア21の外周には、導体が巻回されてコイル22が構成されている。第1A図に示すように、可動部1の永久磁石12の極間隔を $r$ とすると、1つのコイルの長さは $1/3 \cdot r$ の長さを占める。つまり、永久磁石12は1極の長さあたりコイル22は3個巻回されている。

第1A図に示した例は、可動部1の長さと同可動部1の動く距離が同じとされ、固定部1の永久磁石12は8極としているため、コイル22の数は $8 \times 3 \times 2$ の式より48となる。これらのコイル22は第1A図の左端から $u_1, v_1, w_1, u_2, v_2, w_2, \dots, u_{16}, v_{16}, w_{16}, u_{17}, v_{17}, w_{17}$ とする。これらのコイル $u_1, v_1, w_1, \dots, u_{16}, v_{16}, w_{16}$ は第1C図に示すように接続されている。すなわち、U相のコイル $u_1, u_2, u_3 \sim u_{16}$ と、 $v_1, v_2, v_3 \sim v_{16}$ と、 $w_1, w_2, w_3 \sim w_{16}$ はいずれもすべてのコイルが電気的に直列接続さ

れる。そして、極性は $u_1, u_3, u_5 \sim u_{15}$  (奇数番目)、 $v_2, v_4, v_6 \sim v_{16}$  (偶数番目)、 $w_1, w_3, w_5 \sim w_{15}$  (奇数番目)が同じ極性とされ、他は逆の極性とされる。そして、コイル $u_1 \sim u_{16}$ はU相を形成し、 $v_1 \sim v_{16}$ はV相を形成し、 $w_1 \sim w_{16}$ はW相を形成し、3相をなしている。

上述の3相分のコイルの右端は端子U, V, Wとされ、左端は中性点Nにおいて、3相分のすべてが短絡されたいわゆるY結線方式となっている。なお、この配線は多少複雑となるが $\Delta$ 結線方式としてもよい。いずれにしても、リニアモータから出る端子(リード線)は3個(本)である。

駆動部41は第1E図に示すように、パワートランジスタ $T_{r1} \sim T_{r6}$ および電源Eによって構成される。トランジスタ $T_{r1}$ と $T_{r2}$ はそれぞれのコレクタが直列接続され、その接続点と端子Uが接続される。トランジスタ $T_{r3}$ と $T_{r4}$ はそれぞれのコレクタが直列接続され、その接続点は端子Vに接続される。トランジスタ $T_{r5}$ と

$T_{r6}$ はそれぞれのコレクタが直列接続され、その接続点は端子Wに接続される。

一方、第2図に示すように、2コイル分の間隔で3カ所に3個の位置検出器a, b, cが設けられる。また、可動部1の長さ分の間隔を隔てて、位置検出器a', b', c'が設けられる。但し、この実施例では、可動部1のストロークは可動部1の長さと同じでありしかも位置検出器a'が永久磁石12のS極で出力が得られるものであれば、可動部1が右端まで移動した場合、右端の永久磁石がN極であるため、位置検出器b'とc'を不要にすることができる。つまり、位置検出器b', c'はステータの長さがさらに長く、ストロークが大きくなる場合にのみ必要とされる。また、ステータが短くストロークも短い場合、たとえばステータの長さが第1A図に示すコイル $w_1$ までの長さ以下であれば、位置検出器a'をも不要とすることができる。

位置検出器a, a'の各検出信号は第1D図に示すように、ORゲート31を介して論理回路3

2に与えられ、位置検出器b, cの各検出信号は直接論理回路32に与えられる。論理回路32は各検出信号に基づいて、パワートランジスタ $T_{r1} \sim T_{r6}$ を導通させるための信号e~jを出力する。なお、論理回路32には、可動部1の左右の移動方向を指示する信号dが与えられている。

次に、第1A図ないし第1E図および第2図を参照して、この発明の一実施例の具体的な動作について説明する。まず、第2図に示すように、可動部1が左端に位置している場合は、位置検出器aは可動部1の永久磁石12のS極を検出して“H”レベル信号を出力する。位置検出器b, cは永久磁石12のN極と対向しているため“L”レベル信号を出力する。また、位置検出器a'も永久磁石12と対向していないため、“L”レベル信号を出力する。つまり、位置検出器a, a', b, cの出力は、次の第1表No. 1に示すように、それぞれ“H”, “L”, “L”, “L”レベルとなっている。

第1 表

No	a	a'	b	c
1	H	L	L	L
2	H	L	H	L
3	L	L	H	L
4	L	L	H	H
5	L	L	L	H
6	H	L	L	H
7	H	L	L	L
8	H	L	H	L
9	L	L	H	L
10	L	L	H	H
11	L	L	L	H
12	H	L	L	H
13	H	L	L	L
14	H	L	H	L
15	L	L	H	L
16	L	L	H	H
17	L	L	L	H
18	H	L	L	H
19	H	L	L	L
20	H	L	H	L
21	L	L	H	L
22	L	L	H	H
23	L	L	L	H
24	L	H	L	H

ジスタ  $Tr_1$  が導通したことに応じて、駆動用電極 E の + 側は端子 V に出力され、トランジスタ  $Tr_2$  が導通したことに応じて、駆動用電源 E の - 側は端子 W に出力される。

第1 C 図に示したコイル 22 の端子 U, V, W は第1 E 図に示した駆動回路 41 の端子 U, V, W にそれぞれ接続されているため、第1 C 図に示した端子 V には駆動用電源の + 側が与えられ、端子 W には - 側が与えられる。それによって、コイル  $v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow \dots \rightarrow v_4 \rightarrow v_5 \rightarrow v_1 \rightarrow w_1 \rightarrow w_2 \rightarrow \dots \rightarrow w_4 \rightarrow w_5 \rightarrow w_1$  の閉回路が構成される。したがって、V 相と W 相のすべてのコイルに通電され、固定部 2 が励磁されることになる。この通電により、コイル 22 に流れる電流の方向が第1 A 図に示すような方向となり、永久磁石 12 からの磁束と鎖交して推力を発生し、可動部 1 は右方向に移動する。

上述の状態から、可動部 1 が右方向に移動し、1 コイルピッチ ( $\tau/3$ ) だけ移動したことに応じて、第2 図に示した位置検出器 b の領域に永久

位置検出器 a, a' の出力である "H", "L" レベル信号は OR ゲート 31 に入力され、その出力は "H" レベルとなる。したがって、第1 D 図に示した論理回路 32 の入力 A, B, C はそれぞれ "H", "L", "L" レベルとなる。論理回路 32 のもう 1 つの入力 D に与えられる信号 d は可動部 1 の移動方向を指示するものであって、たとえば右方向に移動させる場合には "H" レベルであり、左方向に移動する場合には "L" レベルとなるように予め定められている。この実施例では、可動部 1 を右方向に移動させるために、D の入力 "H" レベルとされている。したがって、論理回路 32 の A, B, C, D の入力は "H", "L", "L", "H" レベルとなる。このときの論理回路 32 からは f と j に信号が出力されるように、論理回路 32 が構成されている。

上述の論理回路 32 の出力である f と j の信号は第1 E 図に示すパワートランジスタ  $Tr_3$ ,  $Tr_4$  にそれぞれ与えられ、これらのパワートランジスタ  $Tr_3$ ,  $Tr_4$  が導通する。パワートラン

磁石 12 の S 極がくるため、位置検出器 b の出力が "H" レベルとなり他の位置検出器 a, a', c はそれまでの出力状態を変化しない。したがって、位置検出器 a, a', b, c の出力は第1 表の No. 2 に示すように、"H", "L", "H", "L" レベルとなる。それによって、第1 D 図に示した論理回路 32 への入力は、A, B, C, D のそれぞれが "H", "H", "L", "H" レベルのように変化する。これに伴って、論理回路 32 からは e と j から信号が出力される。そして、第1 E 図に示したパワートランジスタ  $Tr_1$  と  $Tr_2$  が導通して、端子 U が + 極性となり、端子 W は - 極性となる。それによってコイル 22 には、 $u_1 \rightarrow u_2 \rightarrow \dots \rightarrow u_4 \rightarrow u_5 \rightarrow u_1 \rightarrow w_1 \rightarrow w_2 \rightarrow \dots \rightarrow w_4 \rightarrow w_5 \rightarrow w_1$  の方向に電流が流れる。それによって、コイル 22 の電流方向は右に 1 ピッチ分だけずれた形となり、可動部 1 はさらに右方向に推力を発生して移動を続ける。

上述のごとく、位置検出器 a, a', b, c に

よって可動部1の位置を検出し、論理回路32によって、駆動回路41の各パワートランジスタ $T_{r1} \sim T_{r6}$ を導通させ、コイル22に電流を流して有効な推力を発生させて、可動部1を移動させることができる。

なお、論理回路32に与えられる移動方向を示す信号dを“L”レベルに設定した場合には、位置検出器a, a', b, cの出力がそれぞれ“H”, “L”, “H”, “L”であった場合には、論理回路32の出力はgとhに変わり、端子Wは+極性となり、端子Uが一極性に变化する。それによって、コイル22には、 $w_{1g} \rightarrow w_{1s} \rightarrow w_{1u} \rightarrow \dots \rightarrow w_{2g} \rightarrow w_{1g} \rightarrow u_{1g} \rightarrow u_{1s} \rightarrow \dots \rightarrow u_{1u} \rightarrow u_{1g}$ のように反転した電流が流れ可動部1は逆に左方向の推力を発生することになる。

上述のごとく、この実施例によれば、固定部2のコア21にコイル22を磁氣的に平滑となるように巻回したことにより、コキングやピッチングを少なくすることができる。しかも、U相、V相、W相の3相のそれぞれの相のコイルを直列接続す

るようにしたので、論理回路32および駆動回路41を非常に簡素化することができる。しかも、4つの位置検出器a, a', b, cを設けるだけで済み、論理回路32と駆動回路41とコイル22をそれぞれ接続するためのリード線も少なくすることができる。

なお、上述の実施例では8極の場合について説明したが、さらに多極化しても、論理回路32、駆動回路41および位置検出器a, a', b, cの数やリード線の数に変化しない。したがって、多極化して磁気回路の断面を細かく設計することにより、モータ部を小型軽量化できる。

第3A図ないし第3E図および第4図はこの発明の他の実施例を示す図であって、特に、第3A図はリニアモータの可動部と固定部の要部構造を示す正面図であり、第3B図は側面図であり、第3C図はコイルの結線図であり、第3D図は論理回路のブロック図であり、第3E図は駆動回路を示す電気回路図である。第4図は位置検出部の配列例を示す図である。

この実施例に示したリニアモータは、4極で構成した以外は前述の第1A図に示した例と同じであり、コイル22の結線方法が異なる。すなわち、第3C図に示すように、各コイルの一端はすべてN点で共通接続され、他端 $u_1, u_2, u_3 \dots u_8, v_1, v_2 \dots v_8, w_1, w_2 \dots w_8$ は第3E図に示した駆動回路42に接続される。駆動回路42はトランジスタ $T_{r1} \sim T_{r6}$ と電源Eによって構成され、トランジスタ $T_{r1}$ と $T_{r2}$ 、 $T_{r3}$ と $T_{r4}$ 、 $T_{r5}$ と $T_{r6}$ はそれぞれのコレクタがそれぞれ直列接続され、それぞれの接続点にコイル22の端子 $U_1 \sim W_8$ が接続される。

位置検出器 $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$ は第4図に示すように、 $u_1$ と $v_1$ の間、 $w_1$ と $u_2$ の間、 $\dots v_8$ と $w_8$ の間にそれぞれ配置されている。そして、各位置検出器 $a_1 \sim c_2$ の検出出力は第3D図に示す論理回路33に投入され、論理回路33の出力からトランジスタ $T_{r1} \sim T_{r6}$ を駆動するための駆動信号が出力される。

次に、この実施例の具体的な動作について説明する。可動部1が左端にある場合には、位置検出器 $a_1 \sim c_2$ は次の第2表のNo. 1に示すように、それぞれ“H”, “H”, “L”, “H”, “H”, “L”レベルのようにになっている。

第2表

No	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_2$	$b_2$	$c_2$
1	H	H	L	H	H	L
2	L	H	L	L	H	L
3	L	H	H	L	H	H
4	L	L	H	L	L	H
5	L	L	H	H	L	H
6	L	L	L	H	L	L
7	L	L	L	H	H	L
8	L	L	L	L	H	L
9	L	L	L	L	H	H
10	L	L	L	L	L	H
11	L	L	L	L	L	H
12	L	L	L	L	L	L

位置検出器  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$  のそれぞれの出力は論理回路33に入力され、論理回路33からの出力に応じて、パワートランジスタ  $Tr_4, Tr_5, Tr_{10}, Tr_{11}, Tr_{16}, Tr_{17}, Tr_{22}, Tr_{23}$  を導通させる。これにより、コイル  $v_1, v_2, v_3, v_4, w_1, w_2, w_3, w_4$  に電流が流れる。この電流は第3A図に示す方向となり、永久磁石12の磁束と鎖交して可動部1には右方向の推力が発生する。

可動部1が1コイルピッチ分だけ移動したとき、位置検出器  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$  のそれぞれの出力が第2表のNo. 2のように変化し、それに応じて論理回路33の出力も変化する。それによって、パワートランジスタ  $Tr_1, Tr_6, Tr_{11}, Tr_{12}, Tr_{17}, Tr_{18}, Tr_{21}, Tr_{24}, Tr_7, Tr_8, Tr_{13}, Tr_{14}, Tr_{19}, Tr_{20}, Tr_{25}, Tr_{26}$  が導通し、コイル  $w_1, w_2, w_3, w_4, u_2, u_3, u_4, u_5$  に電流が流れ、可動

部1は右方向の推力が発生し続けることになる。なお、第5C図のdには前述の実施例と同様にして方向信号を入力させる。

可動部1が1コイルピッチ分だけ移動したとき、位置検出器  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$  のそれぞれの出力が第2表のNo. 2のように変化し、それに応じて論理回路33の出力も変化する。それによって、パワートランジスタ  $Tr_1, Tr_6, Tr_{11}, Tr_{12}, Tr_{17}, Tr_{18}, Tr_{21}, Tr_{24}, Tr_7, Tr_8, Tr_{13}, Tr_{14}, Tr_{19}, Tr_{20}, Tr_{25}, Tr_{26}$  が導通し、コイル  $w_1, w_2, w_3, w_4, u_2, u_3, u_4, u_5$  に電流が流れ、可動

部1には右方向の推力が発生し続けることになる。なお、第5C図のdには前述の実施例と同様にして方向信号を入力させる。

上述のごとくこの実施例によれば、前述の実施例と同様にして、コキングやビッチングを少なくすることができるとともに、推力の発生に寄与するコイルのみに通电しているため、前述の実施例よりも効率を高めることができる。

第5A図ないし第5D図および第6図はこの発明のさらに他の実施例を示す図であって、第5A図は可動部と固定部の要部構造を示し、第5B図はコイルの結線図であり、第5C図は論理回路のブロック図であり、第5D図は駆動回路の電気回路図であり、第6図は位置検出器の配置例を示す図である。

この実施例に示したリニアモータの可動部1と固定部2は前述の第3A図と同様にして4極で構成されている。そして、第5B図に示すように、3相のうちの同相のコイル、たとえば  $u_1, u_2, u_3, \dots, u_6$  を隣接する2個のコイル、つまりコイル  $u_1$  と  $u_2, u_3$  と  $u_4, \dots, u_7$  と  $u_8$  が直列に接続され、それぞれの一端が端子  $U_1, U_2, U_3, U_4$  に接続され、他端が中性点  $N$  に接続されている。他の相のコイル  $v_1, v_2, v_3, \dots, v_8$  と  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_8$  についても同様にして接続されている。また、第6図に示すように、コイル  $w_1$  と  $u_2, u_3$  と  $v_3, v_4$  と  $w_4, w_5$  と  $u_6, u_7$  と  $v_7$  のそれぞれの間に位置検出器  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2$  が配置されている。各位置検出器  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2$  の検出出力は第5C図に示す論理回路34に与えられる。駆動回路43は第5D図に示すように、パワートランジスタ  $Tr_1 \sim Tr_{24}$  と電源  $E$  によって構成される。そして、各トランジスタ  $Tr_1$  と  $Tr_2$  の接続点  $\dots Tr_{23}$  と  $Tr_{24}$  の接続点のそれぞれに論理回路34の出力が接続される。

次に、この実施例の動作について説明する。第5A図において、可動部1が左端にあった場合には、位置検出器  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2$  の

部1には右方向の推力が発生し続けることになる。なお、第5C図のdには前述の実施例と同様にして方向信号を入力させる。

上述のごとくこの実施例によれば、前述の実施例と同様にして、コキングやビッチングを少なくすることができるとともに、推力の発生に寄与するコイルのみに通电しているため、前述の実施例よりも効率を高めることができる。

第5A図ないし第5D図および第6図はこの発明のさらに他の実施例を示す図であって、第5A図は可動部と固定部の要部構造を示し、第5B図はコイルの結線図であり、第5C図は論理回路のブロック図であり、第5D図は駆動回路の電気回路図であり、第6図は位置検出器の配置例を示す図である。

この実施例に示したリニアモータの可動部1と固定部2は前述の第3A図と同様にして4極で構成されている。そして、第5B図に示すように、3相のうちの同相のコイル、たとえば  $u_1, u_2, u_3, \dots, u_6$  を隣接する2個のコイル、つまりコイ

出力は第3表のNo. 1に示すように、それぞれ“H”、“H”、“L”、“L”、“L”レベルのようになっている。

第3表

No	$a_1$	$b_1$	$c_1$	$a_2$	$b_2$
1	H	H	L	L	L
2	H	L	L	L	L
3	H	L	H	L	L
4	L	L	H	L	L
5	L	H	H	L	L
6	L	H	L	L	L
7	L	H	L	H	L
8	L	L	L	H	L
9	L	L	H	H	L
10	L	L	H	L	L
11	L	L	H	L	H
12	L	L	L	L	H

位置検出器  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2$  のそれぞれの出力は論理回路34に入力され、論理回



路34の出力はパワートランジスタ $T_{r1}$ と $T_{r6}$ 、 $T_{r9}$ と $T_{r12}$ 、 $T_{r13}$ と $T_{r18}$ をそれぞれ導通させる。それによって、コイル $v_1$ 、 $w_1$ 、 $v_2$ 、 $w_2$ 、 $v_3$ 、 $w_3$ 、 $v_4$ 、 $w_4$ 、 $v_5$ 、 $w_5$ 、 $v_6$ 、 $w_6$ にそれぞれ電流が流れる。この電流は第5A図に示すような方向となり、永久磁石12の磁束と鎖交して可動部1には右方向の推力が発生する。

可動部1が1コイルピッチ分を移動したとき、位置検出器 $a_1 \sim b_2$ の出力は第3表No. 2のように切り替わり、それに応じて論理回路34の出力も変化する。それによって、コイル $u_1$ 、 $w_1$ 、 $u_2$ 、 $w_2$ 、 $u_3$ 、 $w_3$ 、 $u_4$ 、 $w_4$ 、 $u_5$ 、 $w_5$ 、 $u_6$ 、 $w_6$ に電流が流れ、右方向の推力を発生し続ける。

可動部1の右端が第5A図に示すA点の位置まで進んだとき、それまでコイル $u_1$ 、 $v_1$ 、 $w_1$ 、 $\dots$ 、 $u_6$ 、 $v_6$ 、 $w_6$ のうちの2相分に通電されていたものが、コイル $u_3$ 、 $v_3$ 、 $w_3$ 、 $\dots$ 、 $u_8$ 、 $v_8$ 、 $w_8$ のコイルのうちの2相分に通電されるよ

うになり、可動部1が左端まで推力の低下なく移動する。

また、この実施例では各相とも隣接の2コイルを電気的に直列接続して全長で4つのブロックに分けてあるが、たとえば、この実施例よりさらにストロークが長くなって、第5A図の固定部2の右端にコイル $n_9$ 、 $v_9$ 、 $w_9$ が追加された場合には、各相ともに隣接した3コイルつまり $u_1$ と $u_2$ と $v_3$ 、 $u_4$ と $u_5$ と $u_6$ および $u_7$ と $u_8$ と $u_9$ を電気的に直列に接続して全長で3つのブロックに分ける、というように可動部の永久磁石の極数やストロークに応じてブロック分けを自由に行なってもよい。

上述のごとく、この実施例においてもコキングやピッチングを少なくできるばかりでなく、前述の第3A図に示した実施例に比べて論理回路34と駆動回路43を簡略化することができるとともにリード線の本数も少なくすることができる。

第7図はこの発明のさらに他の実施例におけるコイルと駆動部の接続図である。この第7図に示

した実施例は、前述の第5A図ないし第5D図および第6図に示した実施例とはコイルの接続方向が異なり、その他は同じである。すなわち、コイル $u_1$ 、 $u_2$ 、 $u_3$ 、 $\dots$ 、 $u_8$ は直列に接続され、2つのコイルごとにその接続点は駆動回路44に接続されている。すなわち、U相について言えば、コイル $u_1$ の一端、 $u_2$ と $u_3$ の接続点、 $u_6$ と $u_7$ の接続点、 $u_8$ の一端がそれぞれ入力端子とされ、それぞれが駆動回路44のパワートランジスタ $T_{r1}$ 、 $T_{r2}$ の接続点、 $T_{r7}$ と $T_{r8}$ の接続点、 $T_{r13}$ と $T_{r14}$ の接続点、 $T_{r19}$ と $T_{r20}$ の接続点に接続されている。V相、W相についても同様にして接続されている。

次に、この実施例の動作について説明する。可動部1が左端にある場合には、位置検出器 $a_1$ 、 $b_2$ の出力は第3表のNo. 1に示すように、それぞれ“H”、“H”、“L”、“L”、“L”レベルのようにになっている。この位置検出器 $a_1 \sim b_2$ の出力は第5C図に示した論理回路34に入力される。論理回路34の出力に応じて、パワ

ートランジスタ $T_{r4}$ 、 $T_{r5}$ 、 $T_{r11}$ 、 $T_{r18}$ が導通する。それによって、コイル $v_1$ 、 $w_1$ 、 $v_2$ 、 $w_2$ 、 $v_3$ 、 $w_3$ 、 $v_4$ 、 $w_4$ 、 $v_5$ 、 $w_5$ 、 $v_6$ 、 $w_6$ に電流が流れる。この電流は第5A図に示した方向であり、永久磁石12の磁束と鎖交して可動部1には右方向の推力が発生する。

可動部1が1コイルピッチ分移動したところで位置検出器 $a_1 \sim b_2$ の出力は第3表No. 2のように切り替わるとともに、論理回路34の出力も切り替わり、コイル $u_1$ 、 $w_1$ 、 $u_2$ 、 $w_2$ 、 $u_3$ 、 $w_3$ 、 $u_4$ 、 $w_4$ 、 $u_5$ 、 $w_5$ 、 $u_6$ 、 $w_6$ に電流が流れ、前の状態と同様にして、右方向の推力を発生し続ける。

可動部1の右端が第5A図に示したA点の位置まで進んだところで、それまでコイル $u_1$ 、 $v_1$ 、 $w_1$ 、 $\dots$ 、 $u_6$ 、 $v_6$ 、 $w_6$ のうちの2相分に通電されていたものが、コイル $u_3$ 、 $v_3$ 、 $w_3$ 、 $\dots$ 、 $u_8$ 、 $v_8$ 、 $w_8$ のうちの2相分に通電されるようになり、左端まで推力の低下なく移動する。

なお、この実施例では、コイル $u_4$ と $u_5$ 、 $v$

、と $v_s$ 、および $w_s$ と $w_s$ の接続点には、入力端子を設けていないが、コイルの数が増えた場合、たとえば $u_g$ 、 $v_g$ 、 $w_g$ 、 $u_{10}$ 、 $v_{10}$ 、 $w_{10}$ が追加またはそれ以上になれば、 $u_s$ と $u_s$ 、 $v_s$ と $v_s$ 、および $w_s$ と $w_s$ の接続点に端子を設け、駆動用のパワートランジスタが必要となる。この実施例においても、前述の実施例と同様にし、永久磁石の極数やストロークの大きさにより、各相の中間端子を取出す位置を変えることができる。

上述のごとく、この実施例においては、前述の第5A図ないし第5D図に示した実施例と同様の効果を得ることができる。

第8A図および第8B図はこの発明のさらに他の実施例を示す図であって、第8A図は正面図を示し、第8B図は側面図を示す。

この実施例は、固定部2を挟むようにして両側に可動部1aと1bを配置したものである。一方の可動部1aはヨーク11aと永久磁石12aとから構成され、他方の可動部1bはヨーク11b

と永久磁石12bとによって構成されている。そして、2つの可動部1a、1bは連結体13によって一体化されている。なお、この実施例におけるコイルの接続方式、位置検出器、その他は前述のいずれの実施例でも適用することができる。そして、この実施例では、前述の実施例に応用することによって、それぞれの実施例の効果が得られるばかりでなく、推力を大きくすることができ、効率が向上する。また、可動部1aの永久磁石12aと固定部2のコア21の間で発生する吸引力と、可動部1bの永久磁石12bと固定部2のコア21の間で発生する吸引力は方向は反対で大きさがほぼ等しいため、キャンセルすることができる。

なお、位置検出器として、直線スケールを用いるようにしてもよい。すなわち、スリット状のパターンを有するガラス製のスケールを固定部2に取付け、このスケールを挟むように光源と受光素子を可動部1に取付け、可動部1が移動したとき、受光素子の出力に基づいて、可動部1の位置を検

出するように構成したものなどを取付けることにより、ブラシレスACサーボモータを構成することもできる。

#### 〔発明の効果〕

以上のように、第1請求項ないし第4請求項に係る発明によれば、コアの外周に3相のコイルを巻回して磁気的に平滑となるようにしたので、コキングやピッチングを少なくすることができる。また、第1請求項、第3請求項および第4請求項に係る発明によれば、各コイルと駆動回路とを接続するためのリード線の数を少なくすることができ、駆動回路も簡略化できる。さらに、多極化しても駆動回路や位置検出器の数やリード線の数が増えることがない。多極化した場合には、磁気回路を細く設計できるため、小型軽量化が可能となる。さらに、第5請求項に係る発明によれば推力を大きくでき、効率が向上する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1A図ないし第1E図はこの発明の一実施例を示す図であって、第1A図は固定部と可動部の

構造を示し、第1B図は固定部と可動部の側面図であり、第1C図はコイルの結線図であり、第1D図は論理回路を示すブロック図であり、第1E図は駆動回路を示す電気回路図である。第2図はこの発明の一実施例の位置検出器の配置図である。第3A図ないし第3E図はこの発明の他の実施例を示す図であって、特に第3A図は固定部と可動部の構成を示し、第3B図は固定部と可動部の側面図であり、第3C図はコイルの結線図であり、第3D図は論理回路のブロック図であり、第3E図は駆動回路の電気回路図である。第4図はこの発明の他の実施例の位置検出器の配置図である。第5A図ないし第5D図はこの発明のその他の実施例を示す図であって、第5A図は固定部と可動部の構成を示し、第5B図はコイルの結線図であり、第5C図は論理回路のブロック図であり、第5D図は駆動回路の電気回路図である。第6図はこの発明のその他の実施例における位置検出器の配置図である。第7図はこの発明のさらに他の実施例を示すコイルと駆動回路の結線図である。第

8 A 図および第 8 B 図はこの発明のさらに他の実施例を示す図であって、第 8 A 図は固定部と可動部の構成を示し、第 8 B 図は固定部と可動部の側面図である。第 9 A 図ないし第 9 E 図は従来のリニアモータを示す図であって、第 9 A 図は固定部と可動部の構成を示し、第 9 B 図は固定部と可動部の側面図であり、第 9 C 図はコイルの結線図であり、第 9 D 図は駆動回路の電気回路図であり、第 9 E 図は論理回路のブロック図である。

図において、1, 1 a, 1 b は可動部、2 は固定部、3 はエアギャップ、11, 11 a, 11 b はヨーク、12, 12 a, 12 b は永久磁石、21 はコア、22 はコイル、31 は OR ゲート、32, 33, 34 は論理回路、41, 42, 43, 44 は駆動回路を示す。

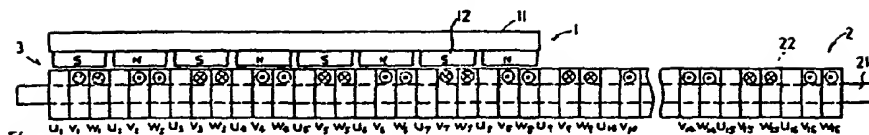
特許出願人 エヌ・テー・エヌ東洋ベアリング

株式会社

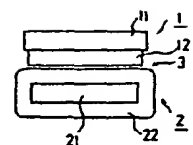
代理人 弁理士 深見 久郎

(ほか 2 名)

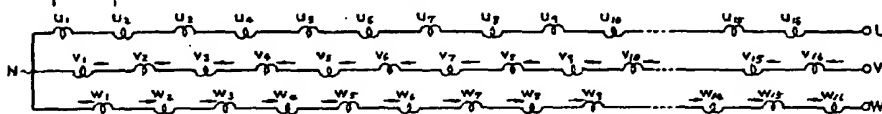
第 1 A 図



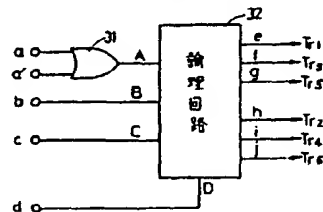
第 1 B 図



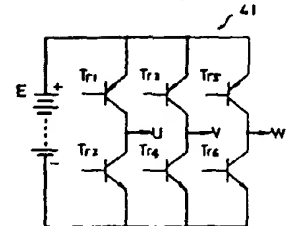
第 1 C 図

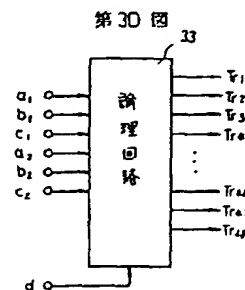
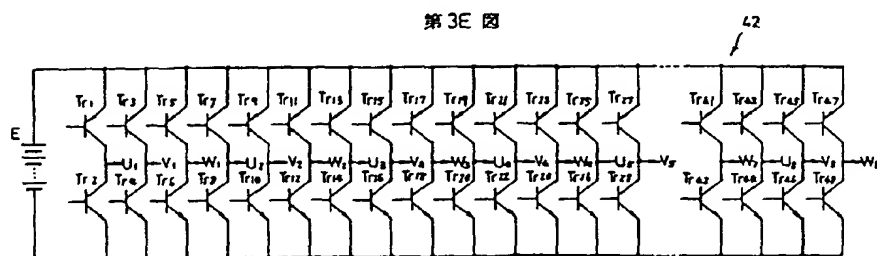
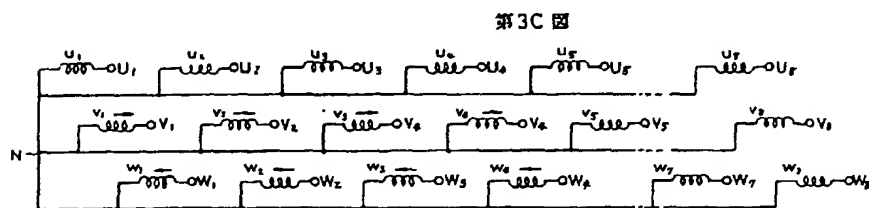
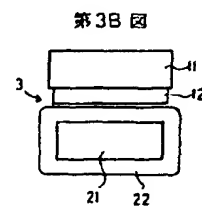
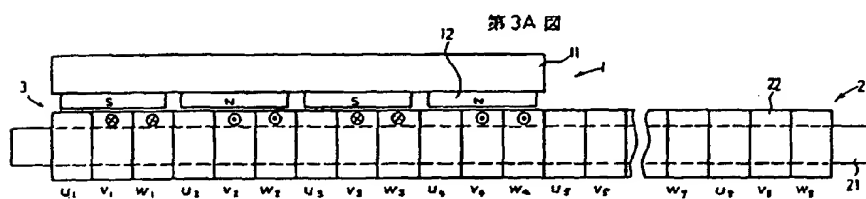
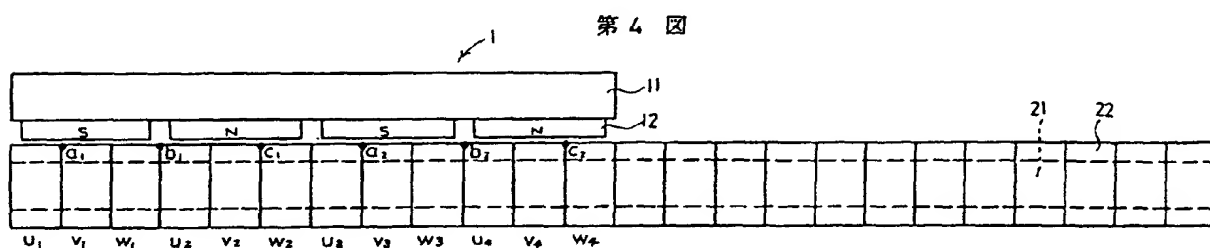
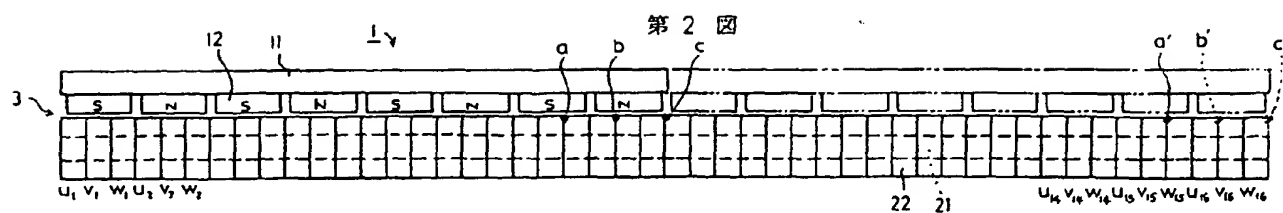


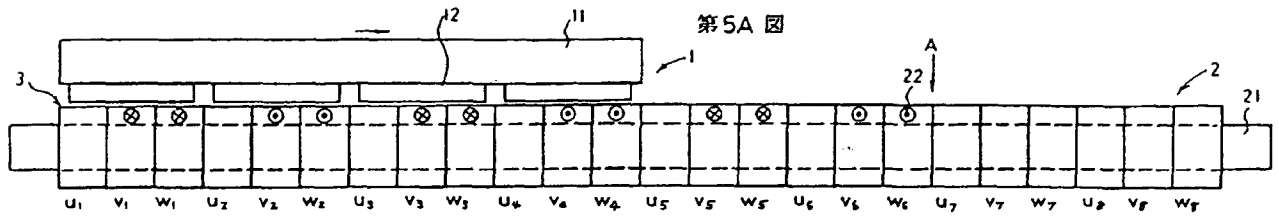
第 1 D 図



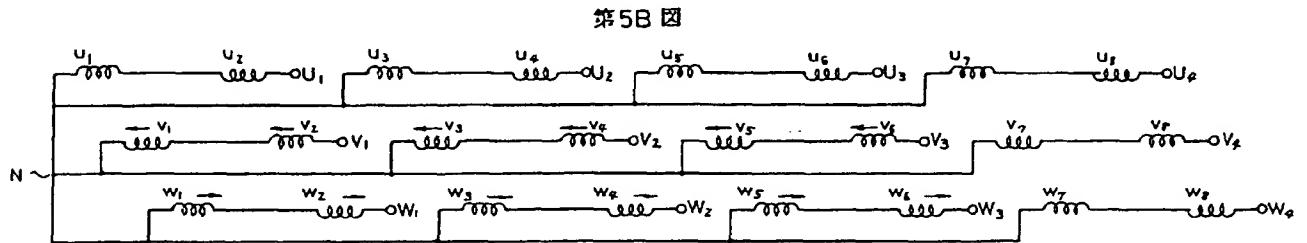
第 1 E 図



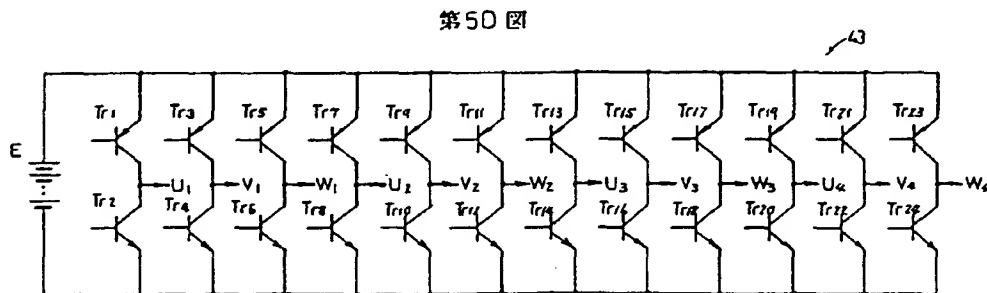




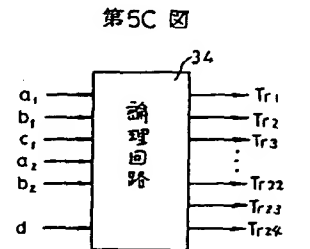
第5A図



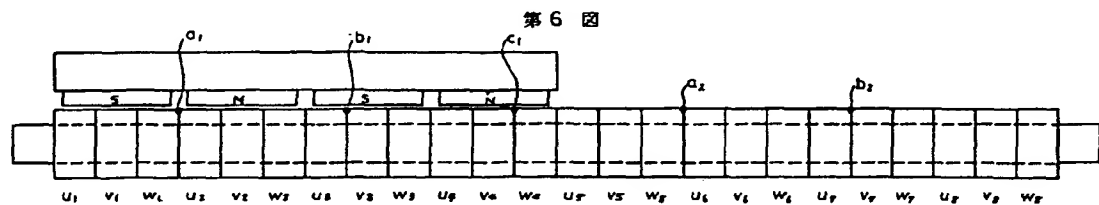
第5B図



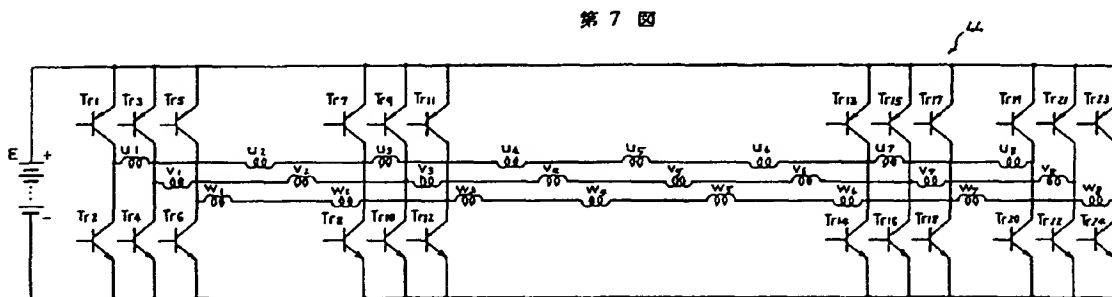
第5D図



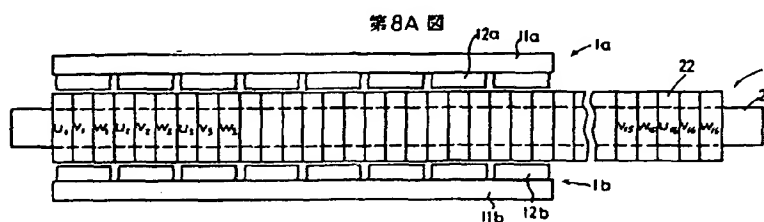
第5C図



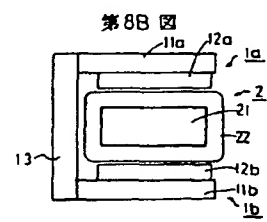
第6図



第7図



第8A図



第8B図

